View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by PolyU Institutional Repository

偏置圆柱体相贯线上的圆角表示方法

刘鹄然[1]牞赵东福[1]牞宋德玉[1]牞陈清远[2]
牗1牞浙江科技学院牞浙江 杭州310012牷2牞香港理工大学 牞香港 1003牘

The Solid Modeling of the Fillet on the Intersection Line of Two Cylinders

LIU Hu－ran[1] 牞**ZHAO Dong－fu**[1] 牞**SONG De－yu**[1] 牞**CHENG Qing－yuan**[2]
牗1牞Zhejiang University of Science and Technology牞Hangzhou 310012牞China牷2牞The Hong Kong Polytechnic University牞Hong Kong 1003牞China牘

摘要举偏置圆柱体相贯线上的圆角表示方法是CAD和计算机辅助设计中众所周知的难题牞所有的CAD牔CAM软件都没有这一功能牞多数使用者用各种各样的近似方法牞经分析牞找到了严密的精确的设计和几何造型方法牞可用于大型铸锻件CAD和计算机辅助设计牞

关键词举相贯线牷圆角牷计算机辅助设计

中图分类号举TH721
文献标识码举A
文章编号举1001－2257牗2005牘10－0071－02

Abstract举The solid modeling of the fillet on the intersection line of two cylinders is a difficult problem in CAD and CAM牞All the soft wears have no such function牞Most designers have to use various kinds of method牞This paper finds a correct way for design and geometric modeling牞and finds a precise method to generate the fillet surfaces牞Can be applied to the CAD and CAM of machinery parts牞

Key words举intersect line牷fillet牷CAD

1 相贯线

两偏置圆柱体相贯如图1所示牞偏置圆柱1和2的表面方程和法线矢量可分别表示如下举

$$\sum\nolimits_1 举 x_1 = a\cos\theta牞y_1 = a\sin\theta牞z_1 = u牞$$

$$n_{x1} = \cos\theta牞n_{y1} = \sin\theta牞n_{z1} = 0 \qquad 牗1牘$$

$$\sum\nolimits_2 举 y_2 = Y + b\cos\phi牞z_2 = a\sin\phi牞x_2 = v牞$$

$$n_{y2} = \cos\phi牞n_{z2} = \sin\phi牞n_{x2} = 0 \qquad 牗2牘$$

式中 Y ——偏置距

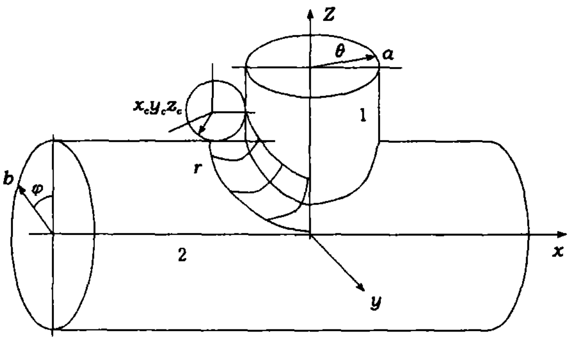

图1 两偏置圆柱体相贯

θ牞ϕ ——分别为2偏置圆柱角度参数

u牞v ——轴线参数

在相贯线上牞两曲面有相同坐标举

$$x_1 = x_2 牞y_1 = y_2 牞z_1 = z_2 \qquad 牗3牘$$

具体写出为举

$$a\cos\theta = v牞a\sin\theta = Y + b\cos\phi牞u = b\sin\phi \qquad 牗4牘$$

由式牗4牘之2式求θ牞由式牗4牘之1式求v牞再由式牗4牘之3式求u牞可示意如下举

$$\phi \to \theta \to v$$

$$\phi \to u$$

2 与两圆柱面同时接触的小球

再建立一个小球面牞其表面方程和法线矢量分别为举

$$x_3 = r\cos\lambda\cos\omega + x_c牞y_3 = r\cos\lambda\sin\omega + y_c牞$$

$$z_3 = r\sin\lambda + z_c \qquad 牗5牘$$

$$n_{x3} = \cos\lambda\cos\omega牞n_{y3} = \cos\lambda\sin\omega牞n_{z3} = \sin\lambda \qquad 牗6牘$$

式中的x_c牞y_c牞z_c为球心坐标牞令小球同时与偏置圆柱面1和2接触牞小球与偏置圆柱面1的接触条件举

$$x_1 = x_3 牞y_1 = y_3 牞z_1 = z_3 \qquad 牗7牘$$

具体写出为举

收稿日期举2005－03－09

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

$r\cos\lambda\cos\omega + x_c = a\cos\theta$，$r\cos\lambda\sin\omega + y_c = a\sin\theta$，$r\sin\lambda + z_c = u$ (8)

小球与偏置圆柱面2的接触条件：

$x_2 = x_3$，$y_2 = y_3$，$z_2 = z_3$

具体写出为：

$r\cos\lambda'\cos\omega' + x_c = v$，$r\cos\lambda'\sin\omega' + y_c = Y + b\cos\phi$，$r\sin\lambda' + z_c = b\sin\phi$ (9)

在接触点，两曲面的法线矢量应平行。球面与偏置圆柱1的法线矢量平行：

$$n_3 // n_1 \quad \frac{\cos\theta}{\cos\lambda\cos\omega} = \frac{\sin\theta}{\cos\lambda\sin\omega} = \frac{0}{\sin\lambda} \qquad (10)$$

解得：

$\lambda = 0$，$\theta = \omega + \pi$

球面与偏置圆柱2的法线矢量平行：

$$n_3 // n_2 \quad \frac{0}{\cos\lambda'\cos\omega'} = \frac{\cos\phi}{\cos\lambda'\sin\omega'} = \frac{\sin\phi}{\sin\lambda} \qquad (11)$$

解得：

$\cos\lambda'\cos\omega' = 0$，$\omega' = \frac{\pi}{2}$

式(8)~式(11)共10个方程，共包含 x_c，y_c，z_c，λ，ω，λ'，ω'，θ，ϕ，u，v 等11个未知数。任给一个参数作为活动参数，代表小球在接触中所占据的一系列位置，故方程组可得到一系列解。具体解法是从式(8)和式(9)消去 x_c，y_c，z_c，得：

$x_c = a\cos\theta - r\cos\lambda\cos\omega = v - r\cos\lambda'\cos\omega'$ (12)

$y_c = a\sin\theta - r\cos\lambda\sin\omega = Y + b\cos\phi - r\cos\lambda'\sin\omega'$ (13)

$z_c = u - r\sin\lambda = b\sin\phi - r\sin\lambda'$ (14)

上面3个方程包含 θ，ϕ，u，v 4个未知量，取参数 ϕ 作为活动参数，代表小球在接触中所占据的一系列位置，由式(14)求 u，由式(13)求 θ，由式(12)求 v，再由式(12)~式(14)求球心坐标 x_c，y_c，z_c。

3 过渡圆角

根据啮合原理，当小球面在偏置圆柱表面运动时，接触点应满足

$n\cdot v^{(31)} = 0$，$n\cdot v^{(32)} = 0$ (15)

即 $v_{cxi}\cos\lambda_i\cos\omega_i + v_{cyi}\cos\lambda_i\sin\omega_i + v_{czi}\sin\lambda_i = 0$ (16)

$v_{cxi}\cos\lambda'_i\cos\omega'_i + v_{cyi}\cos\lambda'_i\sin\omega'_i + v_{czi}\sin\lambda'_i = 0$ (17)

由于实际形成的曲面与运行速度无关，不妨设速度为单位速度，故有：

$v_{cxi}^2 + v_{cyi}^2 + v_{czi}^2 = 1$ (18)

在每个接触点，由式(16)~式(18)求3个速度分量。以下为另一种推导，因球心必在两偏置圆柱的等距面的相贯线上，满足：

$(a+r)\cos\theta = v$，$(a+r)\sin\theta = Y + (b+r)\cos\phi$，$u = (b+r)\sin\phi$

球心坐标：

$x = (a+r)\cos\theta$，$y = (a+r)\sin\theta$，$z_1 = u$

过渡圆角曲面是小球在相对运动中的包络。

故有：$n\cdot v^{(3)} = 0$ (19)

由于除了球体以外，各曲面都固定，故相对运动速度同前式。

$v_{cxi}\cos\lambda\cos\omega + v_{cyi}\cos\lambda\sin\omega + v_{czi}\sin\lambda = 0$ (20)

又可写成：

$$\frac{dx_c}{dt}\cos\lambda\cos\omega + \frac{dy_c}{dt}\cos\lambda\sin\omega + \frac{dz_c}{dt}\sin\lambda = 0$$

$$\frac{\Delta x_c}{\Delta t}\cos\lambda\cos\omega + \frac{\Delta y_c}{\Delta t}\cos\lambda\sin\omega + \frac{\Delta z_c}{\Delta t}\sin\lambda = 0$$

$$\frac{x_{ci} - x_{ci-1}}{\Delta t}\cos\lambda\cos\omega + \frac{y_{ci} - y_{ci-1}}{\Delta t}\cos\lambda\sin\omega + \frac{z_{ci} - z_{ci-1}}{\Delta t}\sin\lambda = 0$$

$$(x_{ci} - x_{ci-1})\cos\lambda\cos\omega + (y_{ci} - y_{ci-1})\cos\lambda\sin\omega + (z_{ci} - z_{ci-1})\sin\lambda = 0$$

故只要将相邻两球心坐标相减就可代表速度。

要特别注意式(20)与式(16)和式(17)的区别。在式(16)及式(17)式中 λ，ω 是已知的，v_{cxi}，v_{cyi}，v_{czi} 是待求的；而在式(20)里 v_{cxi}，v_{cyi}，v_{czi} 是已知的，而 λ，ω 是待求的。每给定一个 λ(或 ω)，便可求出一个 ω(或 λ)，从而求出球面上的一条接触线。无数条这样的接触线便形成相贯线上的过渡圆角曲面。过渡圆角曲面与两偏置圆柱的切线：

$l_1: x_1 = a\cos\theta_i$，$y_1 = a\sin\theta_i$，$z_1 = u_i$

$l_2: x_2 = Y + b\cos\phi_i$，$z_1 = a\sin\phi_i$，$x_1 = v_i$

参考文献：

[1] 艾运均. 曲面展开图计算[M]. 北京：中国水电出版社，1997.
[2] 刘鹄然. 在5坐标数控磨床上特种回转面刀具的成型原理[J]. 制造技术与机床，1998，(3)：34－35.

作者简介：刘鹄然 (1953－)，男，江西南昌人，博士，浙江科技学院机电系，从事机械设计教学与研究。

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net